

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. Dezember 2004 (09.12.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/106758 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F16C 29/06**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/005588

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Mai 2004 (25.05.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10324480.8 30. Mai 2003 (30.05.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **INA-SCHAEFFLER KG** [DE/DE]; Industriestrasse
1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ZERNICKEL,
Alexander** [DE/DE]; Sternstrasse 3, 91074 Herzogenau-
rach (DE).

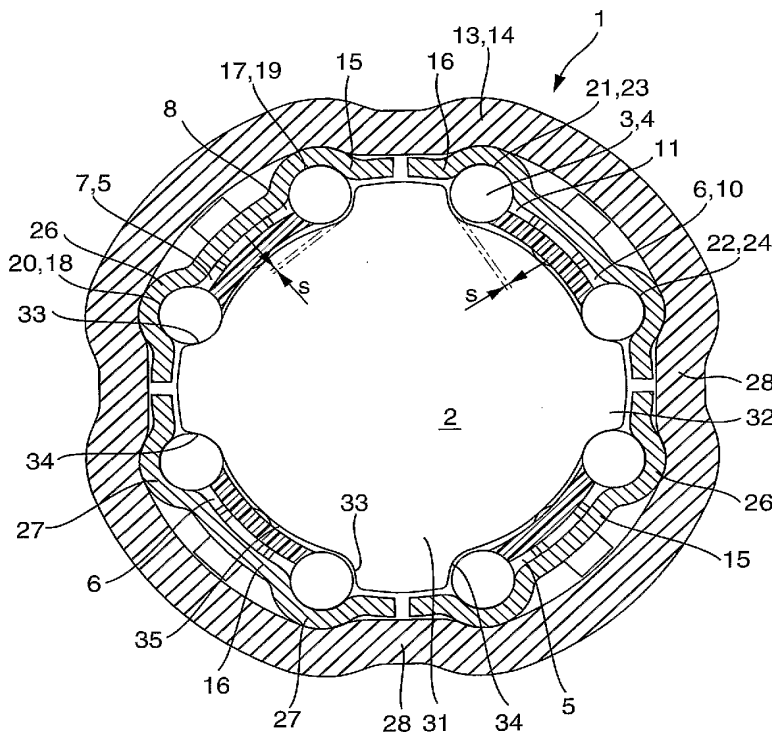
(74) Gemeinsamer Vertreter: **INA-SCHAEFFLER KG**; In-
dustriestrasse 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LINEAR ROLLING BEARING FOR THE TRANSMISSION OF TORQUES

(54) Bezeichnung: LINEARWÄLZLAGER ZUM ÜBERTRAGEN VON DREHMOMENTEN



(57) Abstract: Disclosed is a linear rolling bearing for transmitting torques about the longitudinal axis thereof. Said linear rolling bearing comprises an inner profiled element (2) and an outer profiled element (1) which at least partly encloses the inner profiled element (2). The two profiled elements (1, 2) are mounted so as to be displaceable relative to each other in a longitudinal direction via rolling members (3) that continuously revolve within at least one first and at least one second continuous revolving race (5, 6). The revolving race (5, 6) is provided with a load race (7, 10) that extends parallel to the longitudinal axis, a return race (8, 11) which runs parallel to the longitudinal axis, and two deflection races (9, 12) that continuously interconnect the load race (7, 10) and the return race (8, 11). The rolling members (3) located in the load race (7) of the first revolving race (5) transmit torque between the two profiled elements (1, 2) while the rolling members (3) disposed in the load race (10) of the second revolving race (6) transmit torque between the two profiled elements (1, 2) in the opposite direction. The first and the second revolving race (5, 6) can be interconnected so as to jointly transmit

torques, the return race (8, 11) of the respectively connected revolving race (5, 6) being used as a load race and the load race (7, 10) of the respectively connected revolving race (5, 6) being used as a return race.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/106758 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Linearwälzlager zum Übertragen von Drehmomenten um seine Längsachse, mit einem inneren Profilelement (2) und einem das innere Profilelement (2) zumindest teilweise umschließenden äußeren Profilelement (1), wobei die beiden Profilelemente (1, 2) über Wälzkörper (3) in Längsrichtung zueinander verschiebbar gelagert sind, welche Wälzkörper (3) in wenigstens einem ersten und in wenigstens einem zweiten endlosen Umlaufkanal (5, 6) endlos umlaufen, wobei der Umlaufkanal (5, 6) einen zur Längsachse parallelen Lastkanal (7, 10), einen zur Längsachse parallelen Rücklaufkanal (8, 11) und zwei den Lastkanal (7, 10) und den Rücklaufkanal (8, 11) endlos miteinander verbindende Umlenkanäle (9, 12) aufweist, wobei die im Lastkanal (7) des ersten Umlaufkanals (5) angeordneten Wälzkörper (3) zur Übertragung eines Drehmomentes zwischen den beiden Profilelementen (1, 2) vorgesehen sind, und wobei die im Lastkanal (10) des zweiten Umlaufkanals (6) angeordneten Wälzkörper (3) zur Übertragung eines gegensinnigen Drehmomentes zwischen den beiden Profilelementen (1, 2) vorgesehen sind, wobei der erste und der zweite Umlaufkanal (5, 6) zur gemeinsamen Übertragung von Drehmomenten einander zuschaltbar sind, wobei der Rücklaufkanal (8, 11) des jeweils zuschaltbaren Umlaufkanals (5, 6) als Lastkanal und der Lastkanal (7, 10) des jeweils zuschaltbaren Umlaufkanals (5, 6) als Rücklaufkanal verwendet wird.

Linearwälzlager zum Übertragen von Drehmomenten

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Linearwälzlager zum Übertragen von
5 Drehmomenten. Derartige Linearwälzlager werden in nahezu allen Bereichen
des Maschinenbaus und der Kraftfahrzeugtechnik eingesetzt. Mit derartigen
Lagern können zueinander längs beweglich verschiebbare Teile gegeneinan-
der gelagert werden. In Anwendungen mit teleskopisch längenveränderlichen
Wellen muss ein derartiges Lager zusätzlich die durch die Welle geleiteten
10 Drehmomente übertragen. Teleskopisch längenveränderliche Wellen werden z.
B. als Lenkwellen von Lenksäulen moderner Kraftfahrzeuge eingesetzt. Bei
derartigen Lenksäulen ist die Position des Lenkrades im Fahrzeuginnenraum
der individuellen Größe und Körperhaltung der Bedienperson anpassbar. Da-
mit ändert sich der absolute Abstand des Lenkrades zu dem Lenkgetriebe.
15 Diese Abstandsänderung ist durch zwei teleskopisch verschiebbare ineinander
angeordnete Wellenenden korrigierbar.

Aus DE 199 33 875 A1 beispielsweise ist ein Linearwälzlager nach den Merk-
malen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 bekannt geworden. Die beiden Profil-
20 elemente lassen sich einwandfrei in Längsrichtung zueinander verschieben.
Dies wird durch die Wälzlagerung erreicht, wobei die Wälzkörper in endlosen
Umlaufkanälen umlaufen. Vom Betrag her geringe Drehmomente können zwi-
schen den beiden Profilelementen über die Wälzkörper übertragen werden.
Überschreitet jedoch das anliegende Drehmoment einen kritischen Wert, ver-
25 drehen die beiden Profilelemente unter Verrichtung von federelastischer Arbeit
wenigstens um einen kleinen Verdrehwinkel zueinander, wobei Wandabschnit-
te beider Profilelemente zur Anlage aneinander kommen. Die Größe des
Drehmomentes, das noch über die Wälzkörper übertragen wird, ist durch die
Auslegung der einfedernden Elemente bestimmbar. Oberhalb eines kritischen
30 Drehmomentes jedenfalls erfolgt die Übertragung über die erwähnten Kontakte
der Wandabschnitte der beiden Profilelemente aneinander. Bei diesem be-

kannten Linearwälzlager laufen die Wälzkörper in ersten und in zweiten Umlaufkanälen endlos um. Beide Umlaufkanäle weisen einen zur Längsachse parallelen Lastkanal auf, wobei Drehmomente oder radiale Lasten unterhalb des kritischen Drehmomentes über die im Lastkanal angeordneten Wälzkörper zwischen den beiden Profilelementen übertragen werden. Ferner weisen diese Umlaufkanäle einen zur Längsachse parallelen Rücklaufkanal auf, in dem die Wälzkörper lastfrei zurücklaufen. Der Rücklaufkanal und der Lastkanal sind über Umlenkkanäle endlos miteinander verbunden, so dass die Wälzkörper endlos umlaufen können. Die in dem Lastkanal des ersten Umlaufkanals angeordneten Wälzkörper können Drehmomente in einem Drehsinn übertragen. Die in dem Lastkanal des zweiten Umlaufkanals angeordneten Wälzkörper können gegensinnige Drehmomente zwischen den beiden Profilelementen übertragen.

Zwar ist durch den Kontakt der Wandabschnitte der beiden Profilelemente aneinander sichergestellt, dass die Wälzkörper der beiden Umlaufkanäle keinen überhöhten Belastungen durch überkritische Drehmomente ausgesetzt sind. Jedoch ist festzustellen, dass oberhalb des kritischen Drehmomentes eine gleichzeitige relative Verschiebung der beiden Profilelemente zueinander in Längsrichtung nur unter Verrichtung von Reibarbeit möglich ist. Denn im Kontakt der Wandabschnitte ist eine Gleitreibung hervorgerufen, wobei eine Reibkraft abhängig ist von dem anliegenden Drehmoment.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Linearwälzlager nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 anzugeben, bei dem eine relative Verschiebung der beiden Profilelemente in Längsrichtung auch unter Drehmomentbelastung problemlos möglich ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass der erste und der zweite Umlaufkanal zur gemeinsamen Übertragung von Drehmomenten einander zuschaltbar sind, wobei der Rücklaufkanal des jeweils zuschaltbaren Um-

laufkanals als Lastkanal und der Lastkanal des jeweils zuschaltbaren Umlaufkanals als Rücklaufkanal verwendet wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Linearwälzlager entfällt der Gleitkontakt der Profilelemente bei Drehmomenten oberhalb eines kritischen Drehmomentes. Auch Drehmomente oberhalb des kritischen Drehmomentes werden ausschließlich über die Wälzkörper zwischen den beiden Profilelementen übertragen. Der Trick der Erfindung ist darin zu sehen, dass in beiden Drehsinnen oberhalb des kritischen Drehmomentes die auftretenden Kräfte nicht nur von den Wälzkörpern des ersten oder des zweiten Umlaufkanals übertragen werden, sondern von den Wälzkörpern der beiden Umlaufkanäle. In anderen Worten ausgedrückt kann die Erfindung dadurch beschrieben werden, dass unterhalb eines kritischen Drehmomentes im wesentlichen nur der Lastkanal des ersten oder des zweiten Umlaufkanals zur Übertragung des Drehmomentes vorgesehen ist, wobei oberhalb des kritischen Drehmomentes zusätzlich der Rücklaufkanal des jeweils anderen Umlaufkanals als Lastkanal zur Übertragung dieses Drehmomentes und der Lastkanal dieses anderen Umlaufkanals als Rücklaufkanal vorgesehen ist. Es findet also lediglich eine Umkehrung des Lastkanals und des Rücklaufkanals bei dem zugeschalteten Umlaufkanal statt.

20

Diese Zuschaltung des ersten oder des zweiten Umlaufkanals zu dem jeweils anderem Umlaufkanal kann auf unterschiedliche Art und Weise bewerkstelligt werden. Bei einer erfindungsgemäß bevorzugten Variante ist ein – wenn auch geringer – Verdrehwinkel der beiden Profilelemente zueinander um die Längsachse herum abhängig von dem anliegenden Drehmoment, wobei oberhalb des kritischen Drehmomentes ein kritischer Verdrehwinkel überschritten ist, unter dem bei dem zugeschalteten Umlaufkanal der Rücklaufkanal als Lastkanal und der Lastkanal als Rücklaufkanal verwendet wird. Unter diesem Verdrehwinkel ändern sich demzufolge die Verhältnisse im Lastkanal und im Rücklaufkanal des zugeschalteten Umlaufkanals, wie weiter unten ausgeführt wird.

30

In bekannter Weise sind der Lastkanal und der Rücklaufkanal jeweils durch eine dem äußeren Profilelement zugeordnete äußere Laufbahn und durch eine dem inneren Profilelement zugeordnete innere Laufbahn für die Wälzkörper begrenzt. Gleiches gilt auch für die Umlenkkanäle der beiden Profilelemente, 5 die jeweils durch eine dem äußeren Profilelement zugeordnete äußere Umlenkbahn und durch eine dem inneren Profilelement zugeordnete innere Umlenkbahn begrenzt sind.

Ebenfalls in bekannter Weise sind die Wälzkörper im Lastkörper spielfrei in 10 Wälzkontakt mit den den Lastkanal begrenzenden Laufbahnen angeordnet. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass kein Drehspiel zwischen den beiden Profilelementen vorhanden ist. Ferner sind die Wälzkörper im Rücklaufkanal mit Spiel zu den den Rücklaufkanal begrenzenden Laufbahnen angeordnet. Dies ist erforderlich, damit die Kugeln möglichst reibungsfrei rückgeführt werden 15 können, um erneut in den Lastkanal umgelenkt zu werden.

Unter der – wenn auch geringen – Verdrehung der beiden Profilelemente zueinander wird erfindungsgemäß das Spiel der Wälzkörper im Rücklaufkanal des zuschaltbaren Umlaufkanals abgebaut. Ferner wird unter der Verdrehung 20 das Spiel der Wälzkörper im Lastkanal des zuschaltbaren Umlaufkanals zu den Laufbahnen aufgebaut. Diese Beeinflussung des Spiels der Wälzkörper in dem Rücklaufkanal und in dem Lastkanal ist möglich bei Anordnungen mit einem ersten und mit einem zweiten Umlaufkanal, wobei der erste Umlaufkanal zur Übertragung von Drehmomenten in dem einen Drehsinn und wobei der andere 25 Umlaufkanal zur Übertragung von Drehmomenten in dem gegensinnigen Drehmoment vorgesehen ist.

Bei einem in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht bevorzugten erfindungsgemäßen Linearwälzlager kann das äußere Profilelement einen hohlen Körper 30 und das innere Profilelement eine Welle aufweisen, wobei zwischen dem hohlen Körper und der Welle mehrere über den Umfang verteilt angeordnete Seg-

mente vorgesehen sind, die gemeinsam mit der Welle die Umlaufkanäle begrenzen. Jedes Segment kann mit zwei parallel zueinander angeordneten Laufbahnen und zwei diese Laufbahnen miteinander verbindende Umlenkbahnen versehen sein. Derartige Segmente lassen sich beispielsweise als Stanz-
5 teil in preiswerter Weise herstellen. Durch das Vorsehen mehrerer Segmente können auch kleine Relativbewegungen der Segmente in Umfangsrichtung zueinander ermöglicht werden, um innerhalb der zulässigen Toleranzen Verspannungen zwischen den beiden Profilelementen zu vermeiden.

- 10 Der hohle Körper kann beispielsweise ein Rohr sein, oder auch eine Hülse oder ein Ring.

Jedes Segment kann an dem hohlen Körper zur Übertragung eines Drehmomentes abgestützt sein. Zu diesem Zweck kann die äußere Laufbahn als Kugelrille an dem Segment an dessen der Welle zugewandten Seite ausgebildet
15 sein, wobei eine konvexe Ausformung des Segmentes an dessen dem hohlen Körper zugewandten Seite ausgebildet ist. Diese konvexe Ausformung des Segmentes kann an einer Anlage des hohlen Körpers zur Übertragung eines Drehmomentes anliegen. Wenn das Segment aus einem wanddickengleichen
20 Blech hergestellt ist, kann die der Welle zugewandte Seite des Bleches mit der Kugelrille versehen sein, die einer konkaven Mulde entspricht, wobei durch diese Einformung der Mulde auf der dem hohlzylindrischen Körper zugewandten Seite des Segmentes die genannte konvexe Ausformung entsteht.

- 25 Der hohle Körper kann mit mehreren über den Umfang verteilt angeordneten nach radial innen vorspringenden Einformungen versehen sein, die die Anlagen für die Segmente zur Übertragung eines Drehmomentes bilden.

Vorzugsweise ist die Welle mit mehreren über den Umfang verteilt angeordneten
30 ten und zur Längsachse parallel angeordneten Zähnen versehen, an denen die

Laufbahnen ausgebildet sind. Vorzugsweise sind die Laufbahnen als Kugellrollen ausgebildet.

Einander benachbarte Zähne der Welle begrenzen zwischen sich je einen kon-
5 vex gewölbten Umfangsabschnitt. Dieser in der Regel teilzylindrische Umfangsabschnitt kann als Umlenkbahn für die Wälzkörper den Umlenkkanal begrenzen.

Der hohle Körper ist erfindungsgemäß in besonders vorteilhafter Weise feder-
10 elastisch verformbar. Diese Eigenschaft ermöglicht in einfacher Weise die Verdrehung der beiden Profilelemente zueinander, wobei mit dieser Verdrehung eine federelastische Verformung des hohlen Körpers einhergeht. Wenn das Drehmoment wieder entfernt wird, rückverformt sich wieder der hohle Körper, so dass wieder die Ausgangslage erreicht ist.

15 Eine andere Möglichkeit zur Verwirklichung der Erfindung kann beispielsweise Federelemente vorsehen, die zwischen den Segmenten und dem hohlen Körper angeordnet sind, wobei die Segmente in Umfangsrichtung über die Federelemente von dem hohlen Körper abgestützt sind.

20 Nachstehend wird die Erfindung anhand eines in insgesamt zwei Figuren abgebildeten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

25 Figur 1 einen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Linearwälzlager und

 Figur 2 das erfindungsgemäße Linearwälzlager aus Figur 1, perspektivisch in Explosionsdarstellung.

30 Das in den Figuren 1 und 2 abgebildete erfindungsgemäße Linearwälzlager weist ein äußeres Profilelement 1 und ein inneres Profilelement 2 auf. Zwi-

schen den beiden Profilelementen 1, 2 sind Wälzkörper 3 angeordnet, die vorliegend als Kugeln 4 ausgebildet sind. Die Kugeln 4 laufen in zwei ersten Umlaufkanälen 5 und in zwei zweiten Umlaufkanälen 6 endlos um, wobei sich die beiden ersten Umlaufkanäle 5 und die beiden zweiten Umlaufkanäle 6 diametral gegenüberliegen. Der erste Umlaufkanal 5 umfasst einen zur Längsachse des Linearwälzlagers parallel angeordneten Lastkanal 7, einen ebenfalls zur Längsachse des Linearwälzlagers parallel angeordneten Rücklaufkanal 8 und zwei den Lastkanal 7 mit dem Rücklaufkanal 8 endlos verbindende Umlenkkanäle 9, die deutlich in der Figur 2 erkennbar sind.

10

Der zweite Umlaufkanal 6 umfasst einen zur Längsachse parallel angeordneten Lastkanal 10, einen parallel zur Längsachse angeordneten Rücklaufkanal 11, und zwei den Lastkanal 10 und den Rücklaufkanal 11 endlos miteinander verbindende Umlenkkanäle 12.

15

Das äußere Profilelement 1 ist zusammengesetzt aus einem hohlen Körper 13, der vorliegend als Rohr 14 ausgebildet ist, und ferner aus vier über den Umfang verteilt angeordneten Segmenten 15, 16, wobei zwei Segmente 15 dem ersten Umlaufkanal 5 und zwei Segmente 16 dem zweiten Umlaufkanal 6 zugeordnet sind. Der Figur 2 ist deutlich zu entnehmen, dass die Segmente 15, 16 jeweils mit einer endlosen Kugelbahn für die Kugeln 4 versehen sind. An ihren dem inneren Profilelement 2 zugewandten Seiten sind die Segmente 15 mit Laufbahnen 17, 18 versehen, die vorliegend als Kugelrillen 19, 20 ausgebildet sind. Die Kugelrillen 19 begrenzen den Rücklaufkanal 8, und die Kugelrillen 20 begrenzen den Lastkanal 7. In entsprechender Weise sind die Segmente 16 an ihren dem inneren Profilelement 2 zugewandten Seiten mit Laufbahnen 21, 22 versehen, die vorliegend als Kugelrillen 23, 24 ausgebildet sind. Die Kugelrillen 23 begrenzen den Rücklaufkanal 11 des zweiten Umlaufkanals 6 und die Kugelrillen 24 begrenzen den Lastkanal 7 des zweiten Umlaufkanals 6.

Zwischen dem Lastkanal 7 und dem Rücklaufkanal 8 eines jeden Umlaufkanals 5, 6 ist je eine Kappe 25 angeordnet, die als Verliersicherung für die Kugeln 4 vorgesehen ist. Wenn das äußere Profilelement 1 von dem inneren Profilelement 2 abgezogen wird, können die Kugeln 4 nicht nach innen aus dem äußeren Profilelement 1 herausfallen, da die Kappen 25 die Kugeln 4 unterfangen. Im normalen Betrieb des erfindungsgemäßen Linearwälzlagers sind die Kappen 25 nicht zwingend erforderlich, und könnten auch entfernt werden.

Jedes Segment 15, 16 weist eine ringförmig geschlossene endlose Eindrückung auf, wie sie in Figur 2 in perspektivischer Darstellung an der Außenseite der Segmente 15, 16 erkennbar sind. Diese Eindrückungen bilden an den dem inneren Profilelement 2 zugewandten Seiten die oben beschriebenen Kugelrillen 19, 20, 23, 24. Die Segmente 15, 16 sind in etwa wanddickengleich über ihre gesamte Erstreckung. Demzufolge entsprechend den Eindrückungen an der Innenseite der Segmente 15, 16 konvexe Ausformungen 26, 27, wobei die Ausformungen 26 an den Segmenten 15 und von denen die Ausformungen 27 an den Segmenten 16 ausgebildet sind.

Das Rohr 14 ist mit mehreren über den Umfang verteilt angeordneten, nach radial innen vorspringenden Einformungen 28 versehen, wobei jeweils eine dieser Einformungen 28 zwischen zwei Ausformungen 26, 27 von zwei einander benachbart angeordneten Segmenten 15, 16 angeordnet ist. Der Figur 1 ist deutlich zu entnehmen, dass die Ausformungen 26, 27 in Umfangsrichtung an den Einformungen 28 abgestützt sind.

25

Der Figur 2 ist deutlich zu entnehmen, dass an den Segmenten 15 durch die genannten Eindrückungen Umlenkbahnen 29 und an den Segmenten 16 Umlenkbahnen 30 für die Kugeln 4 ausgebildet sind, wobei die Umlenkbahnen 29, 30 die Kugelrillen 19, 20, 23, 24 der jeweiligen Segmente 15, 16 endlos miteinander verbinden.

30

Das innere Profilelement 2 ist vorliegend durch eine Welle 31 gebildet. Diese Welle 31 weist vier über den Umfang verteilt angeordnete Zähne 32 auf, die radial aus der Zylinderfläche der Welle 31 auswärts vorstehen, wobei jeder Zahn 32 parallel zur Längsachse angeordnet und entlang der Welle 31 ausgebildet ist. Je ein Zahn 32 greift zwischen zwei einander benachbart angeordnete erste und zweite Umlaufkanäle 5, 6 ein. Der Figur 1 ist deutlich zu entnehmen, dass von oben beginnend und im Uhrzeigersinn drehend der erste Zahn 32 zwischen zwei Rücklaufkanäle 8, 11 des ersten und des zweiten Umlaufkanals 5, 6 eingreift, dass der nächste Zahn 32 zwischen zwei Lastkanäle 7, 10 des ersten und des zweiten Umlaufkanals 5, 6 eingreift, dass der nächste also unterste Zahn 32 zwischen zwei Rücklaufkanäle 8, 11 und der letzte Zahn 32 wieder zwischen zwei Lastkanäle 7, 10 eingreift.

Zu beiden Längsseiten eines jeden Zahns 32 ist jeweils eine Kugelrille 33, 34 ausgebildet, wobei die Kugelrille 33 dem zweiten Umlaufkanal 6 und wobei die Kugelrille 34 dem ersten Umlaufkanal 5 zugeordnet ist. Die Kugelrillen 33, 34 begrenzen jeweils die Rücklaufkanäle 8, 11 oder die Lastkanäle 7, 10.

Zwei einander benachbart angeordnete Zähne 32 begrenzen je einen zylindrischen Umfangsabschnitt 35 der Welle 31. Dieser zylindrische Umfangsabschnitt 35 begrenzt den Umlenkkanal 9, 12. Die Kugeln 4 wälzen entlang dieses zylindrischen Umfangsabschnitts 35, um vom Rücklaufkanal 8, 11 in den Lastkanal 7, 10 zu gelangen.

In den Lastkanälen 7, 10 sind die Kugeln 4 spielfrei angeordnet. Das bedeutet, dass in den Drehrichtungen kein Spiel zwischen dem äußeren Profilelement 1 und dem inneren Profilelement 2 vorhanden ist.

Das Rohr 14 des äußeren Profilelementes 1 ist derart ausgebildet und dimensioniert, dass es unter einem anliegenden Drehmoment verformbar ist.

Nachstehend wird die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Linearwälzlagers anhand der Figur 1 näher erläutert. Zunächst sei angenommen, dass kein Drehmoment anliegt, also kein Drehmoment zwischen den beiden Profilelementen 1, 2 übertragen wird. Eine Längsverschiebung des äußeren Profilelementes 1 gegenüber dem inneren Profilelement 2 erfolgt unter Abwälzen der Kugeln 4 an den Kugelrillen 20, 24, 33, 34 der Lastkanäle 7, 10. Der Figur 1 ist zu entnehmen, dass in den Rücklaufkanälen 8, 11 das Spiel S ausgebildet ist, die Kugeln 4 also einwandfrei zurücklaufen können. Wenn nun beispielsweise in die Welle 31 ein Drehmoment im Uhrzeigersinn eingelegt wird, so wird dieses Drehmoment von den Kugeln 4 übertragen, die in den Lastkanälen 7 der ersten Umlaufkanäle 5 angeordnet sind. In der Darstellung gemäß Figur 1 sind dies die Kugeln 4 des ersten und dritten Quadranten. Wenn in die Welle 31 ein Drehmoment entgegen dem Uhrzeigersinn eingelegt wird, so wird dieses Drehmoment von den Kugeln 4 übertragen, die in den Lastkanälen 10 der zweiten Umlaufkanäle 6 angeordnet sind. In der Darstellung gemäß Figur 1 sind dies die Kugeln 4 des zweiten und vierten Quadranten. Sofern die Drehmomente von ihrem Betrag her deutlich unterhalb eines kritischen Wertes bleiben, bleibt die Situation wie in Figur 1 dargestellt weitgehend erhalten. Das bedeutet, dass das Spiel S in den Rücklaufkanälen 8, 11 nach wie vor ausgebildet ist.

Wenn nun in die Welle 31 ein Drehmoment oberhalb eines kritischen Betrages im Uhrzeigersinn eingelegt wird, werden die entstehenden Kräfte zwar nach wie vor über die Kugeln 4 von der Welle 31 in das Rohr 14 eingelegt. Jedoch sind die auftretenden Kräfte im Kontakt der konvexen Ausformungen 26 der Segmente 15 mit den Einformungen 28 des Rohres 14 vom Betrag her so groß, dass das Rohr 14 unter dieser Kraft nach außen elastisch nachgibt. Im weiteren Verlauf findet demzufolge eine – wenn auch geringe – Relativdrehung der Welle 31 im Uhrzeigersinn gegenüber dem Rohr 14 statt. Als Folge dieser relativen Verdrehung reduziert sich das Spiel S in den Rücklaufkanälen 11 der zweiten Umlaufkanäle 6, in dem zweiten und vierten Quadranten. Gleichzeitig

- entsteht ein Spiel für die Kugeln 4 in den Lastkanälen 10 des zweiten Umlaufkanals 6. In der Figur 1 sind dies die Kugeln 4 in den Lastkanälen 10 im zweiten und vierten Quadranten. Schließlich ist das Spiel S im Rücklaufkanal 11 des zweiten Umlaufkanals 6 aufgehoben und die Kugeln 4 sind unter Last zwischen den Kugelrillen 34 der Welle 31 einerseits und den Kugelrillen 23 der Segmente 16 andererseits eingespannt. In dieser Situation wird das Drehmoment demzufolge von den Kugeln 4 sämtlicher Umlaufkanäle 5, 6 übertragen. Oberhalb des kritischen Drehmomentes sind demzufolge bei dem zugeschalteten zweiten Umlaufkanal 6 die Anordnung des Rücklaufkanals 8, 11 und des Lastkanals 7, 10 vertauscht. Diese Vertauschung tritt unter Verdrehung der beiden Profilelemente 1, 2 zueinander ein, wobei ein ursprünglich ausgebildetes Spiel in den Rücklaufkanälen 8, 11 aufgehoben wird und dagegen ein Spiel in den Lastkanälen 7, 10 eingeräumt wird.
- 15 In entsprechender Weise können selbstverständlich Drehmomente oberhalb eines kritischen Betrages entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn in die Welle 31 eingeleitet werden, wobei eine entsprechende Umkehrung der Lastkanäle und Rücklaufkanäle der zugeschalteten Umlaufkanäle erfolgt.

Bezugszahlen

	1	äußeres Profilelement	26	Ausformung
	2	inneres Profilelement	27	Ausformung
5	3	Wälzkörper	28	Einformung
	4	Kugeln	29	Umlenkbahn
	5	erster Umlaufkanal	30	Umlenkbahn
	6	zweiter Umlaufkanal	31	Welle
	7	Lastkanal	32	Zahn
10	8	Rücklaufkanal	33	Kugelrille
	9	Umlenkkanal	34	Kugelrille
	10	Lastkanal	35	zylindrischer Umfangs- abschnitt
	11	Rücklaufkanal		
	12	Umlenkkanal		
15	13	hohler Körper		
	14	Rohr		
	15	Segment		
	16	Segment		
	17	Laufbahn		
20	18	Laufbahn		
	19	Kugelrille		
	20	Kugelrille		
	21	Laufbahn		
	22	Laufbahn		
25	23	Kugelrille		
	24	Kugelrille		
	25	Kappe		

Patentansprüche

1. Linearwälzlager zum Übertragen von Drehmomenten um seine Längsachse,
5 mit einem inneren Profilelement (2) und einem das innere Profilelement (2)
zumindest teilweise umschließenden äußeren Profilelement (1), wobei die
beiden Profilelemente (1, 2) über Wälzkörper (3) in Längsrichtung zueinan-
der verschiebbar gelagert sind, welche Wälzkörper (3) in wenigstens einem
ersten und in wenigstens einem zweiten endlosen Umlaufkanal (5, 6) end-
10 los umlaufen, wobei der Umlaufkanal (5, 6) einen zur Längsachse paralle-
len Lastkanal (7, 10), einen zur Längsachse parallelen Rücklaufkanal (8,
11) und zwei den Lastkanal (7, 10) und den Rücklaufkanal (8, 11) endlos
miteinander verbindende Umlenkkkanäle (9, 12) aufweist, wobei die im Last-
kanal (7) des ersten Umlaufkanals (5) angeordneten Wälzkörper (3) zur
15 Übertragung eines Drehmomentes zwischen den beiden Profilelementen (1,
2) vorgesehen sind, und wobei die im Lastkanal (10) des zweiten Umlauf-
kanals (6) angeordneten Wälzkörper (3) zur Übertragung eines gegensinni-
gen Drehmomentes zwischen den beiden Profilelementen (1, 2) vorgesehen
sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste und der zweite Umlaufkanal
20 (5, 6) zur gemeinsamen Übertragung von Drehmomenten einander zu-
schaltbar sind, wobei der Rücklaufkanal (8, 11) des jeweils zuschaltbaren
Umlaufkanals (5, 6) als Lastkanal und der Lastkanal (7, 10) des jeweils zu-
schaltbaren Umlaufkanals (5, 6) als Rücklaufkanal verwendet wird.
- 25 2. Linearwälzlager nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1,
bei dem unterhalb eines kritischen Drehmomentes im wesentlichen nur der
Lastkanal (7, 10) des ersten oder des zweiten Umlaufkanals (5, 6) zur Über-
tragung des Drehmomentes vorgesehen ist, wobei oberhalb des kritischen
Drehmomentes zusätzlich der Rücklaufkanal (8, 11) des jeweils anderen
30 Umlaufkanals (5, 6) als Lastkanal zur Übertragung dieses Drehmomentes

und der Lastkanal (7, 10) dieses anderen Umlaufkanals (5, 6) als Rücklaufkanal vorgesehen ist.

3. Linearwälzlager nach Anspruch 1 oder 2, bei dem ein Verdrehwinkel der
5 beiden Profilelemente (1, 2) zueinander um die Längsachse herum abhängig ist von dem anliegenden Drehmoment, wobei oberhalb des kritischen Drehmomentes ein kritischer Verdrehwinkel überschritten ist, unter dem bei dem zugeschalteten Umlaufkanal (5, 6) der Rücklaufkanal (8, 11) als Lastkanal und der Lastkanal (7, 10) als Rücklaufkanal verwendet wird.
10
4. Linearwälzlager nach Anspruch 1, bei dem der Lastkanal (7, 10) und der Rücklaufkanal (8, 11) jeweils durch eine dem äußeren Profilelement (1) zugeordnete äußere Laufbahn (17, 18, 21, 22) und durch eine dem inneren Profilelement (2) zugeordnete innere Laufbahn (33, 34) für die Wälzkörper
15 (3) begrenzt ist.
5. Linearwälzlager nach Anspruch 1, bei dem der Umlenkkanal (9, 12) durch eine dem äußeren Profilelement (1) zugeordnete äußere Umlenkbahn (29, 30) und durch eine dem inneren Profilelement (2) zugeordnete innere Umlenkbahn (35) begrenzt ist.
20
6. Linearwälzlager nach Anspruch 4, bei dem die Wälzkörper (3) im Rücklaufkanal (8, 11) mit Spiel S zu den den Rücklaufkanal (8, 11) begrenzenden Laufbahnen (17, 21, 33, 34) angeordnet sind.
25
7. Linearwälzlager nach Anspruch 4, bei dem die Wälzkörper (3) im Lastkanal (7, 10) spielfrei in Wälzkontakt mit den den Lastkanal (7, 10) begrenzenden Laufbahnen (18, 22, 33, 34) angeordnet sind.

8. Linearwälzlager nach Anspruch 6, bei dem unter einer Verdrehung der beiden Profilelemente (1, 2) zueinander das Spiel der Wälzkörper im Rücklaufkanal (8, 11) des zuschaltbaren Umlaufkanals (5, 6) abgebaut wird.
- 5 9. Linearwälzlager nach Anspruch 7, bei dem unter einer Verdrehung der beiden Profilelemente (1, 2) zueinander das Spiel der Wälzkörper (3) im Lastkanal (7, 10) des zuschaltbaren Umlaufkanals (5, 6) zu den Laufbahnen (33, 34, 18, 22) zunimmt.
- 10 10. Linearwälzlager nach Anspruch 1, bei dem das äußere Profilelement (1) einen hohlen Körper (13) und das innere Profilelement (2) eine Welle (31) aufweist, wobei zwischen dem hohlen Körper (13) und der Welle (31) mehrere über den Umfang verteilt angeordnete Segmente (15, 16) vorgesehen sind, die gemeinsam mit der Welle (31) die Umlaufkanäle (4, 5) begrenzen.
- 15 11. Linearwälzlager nach Anspruch 10, bei dem jedes Segment (15, 16) mit den zwei parallel zueinander angeordneten äußeren Laufbahnen (17, 18) und zwei diese Laufbahnen (17, 18) miteinander verbindende Umlenkbahnen (29, 30) versehen ist.
- 20 12. Linearwälzlager nach Anspruch 10, bei dem das Segment (15, 16) an dem hohlen Körper (13) zur Übertragung eines Drehmomentes abgestützt ist.
- 25 13. Linearwälzlager nach Anspruch 11, bei dem die äußere Laufbahn (17, 18) als Kugelrille (19, 20, 23, 24) an dem Segment (15, 16) an dessen der Welle (31) zugewandten Seite ausgebildet ist, wobei eine konvexe Ausformung (26, 27) des Segmentes (15, 16) an dessen dem hohlen Körper (13) zugewandten Seite ausgebildet ist.

14. Linearwälzlager nach Anspruch 13, bei dem die Ausformung (26, 27) des Segmentes (15, 16) an einer Anlage des hohlen Körpers (13) zur Übertragung eines Drehmomentes anliegen.
- 5 15. Linearwälzlager nach Anspruch 14, bei dem der hohle Körper (13) mit mehreren über den Umfang verteilt angeordneten nach radial innen vorspringenden Einformungen (28) versehen ist, die Anlagen für die Segmente (15, 16) zur Übertragung eines Drehmomentes bilden.
- 10 16. Linearwälzlager nach Anspruch 10, bei dem die Welle (31) mehrere über den Umfang verteilt angeordnete und zur Längsachse parallel angeordnete Zähne (32) aufweist, an denen die Laufbahnen (33, 34) ausgebildet sind.
- 15 17. Linearwälzlager nach Anspruch 16, bei dem einander benachbarte Zähne (32) zwischen sich je einen konvex gewölbten Umfangsabschnitt (35) der Welle (31) begrenzen.
18. Linearwälzlager nach Anspruch 17, bei dem der Umfangsabschnitt (35) als Umlenkbahn für die Wälzkörper (3) den Umlenkanal (5, 6) begrenzt.
- 20 19. Linearwälzlager nach Anspruch 10, bei dem der hohle Körper (13) federelastisch verformbar ist.

25

30

1/2

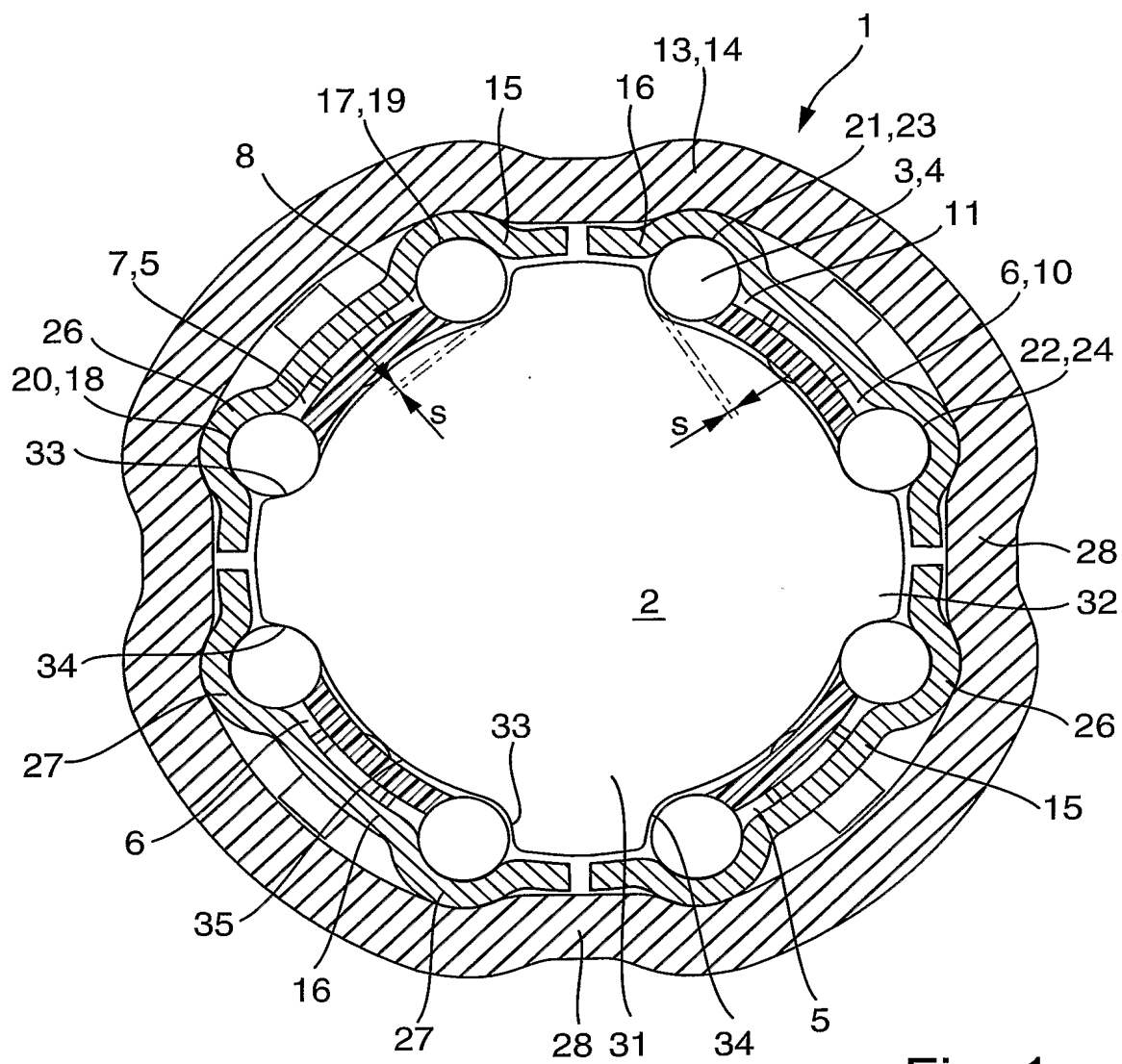


Fig. 1

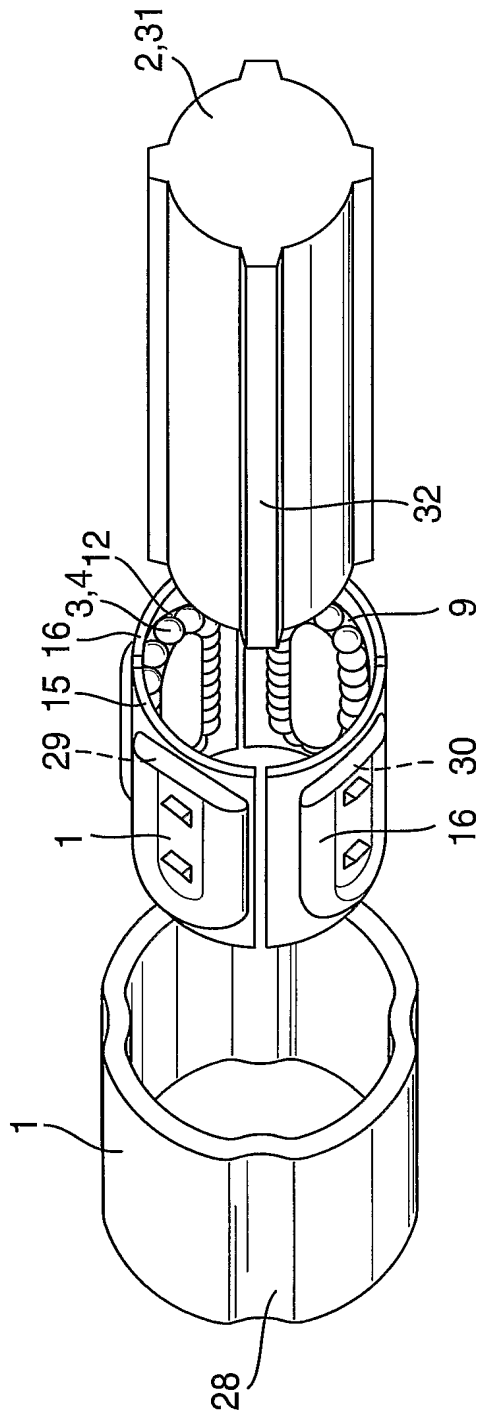


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/005588

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16C29/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 101 50 595 A (INA SCHAEFFLER KG) 17 April 2003 (2003-04-17) paragraph '0019! claims 1-3	1
A	DE 199 33 875 A (SCHAEFFLER WAEZLAGER OHG) 1 February 2001 (2001-02-01) cited in the application abstract claim 1	1
A	US 4 311 348 A (OLSCHEWSKI ARMIN ET AL) 19 January 1982 (1982-01-19) figure 1 column 2, line 27 - line 56	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 August 2004

Date of mailing of the international search report

03/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schaeffler, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/005588

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10150595	A	17-04-2003	DE 10150595 A1	17-04-2003
			BR 0206142 A	23-12-2003
			WO 03033925 A1	24-04-2003
DE 19933875	A	01-02-2001	DE 19933875 A1	01-02-2001
			BR 0003077 A	13-03-2001
			EP 1070865 A2	24-01-2001
			JP 2001074047 A	23-03-2001
US 4311348	A	19-01-1982	DE 2830400 A1	24-01-1980
			FR 2431069 A1	08-02-1980
			GB 2026103 A , B	30-01-1980
			IT 1166891 B	06-05-1987
			JP 1470736 C	14-12-1988
			JP 55017789 A	07-02-1980
			JP 63004044 B	27-01-1988

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F16C29/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F16C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 101 50 595 A (INA SCHAEFFLER KG) 17. April 2003 (2003-04-17) Absatz '0019! Ansprüche 1-3	1
A	DE 199 33 875 A (SCHAEFFLER WAEELZLAGER OHG) 1. Februar 2001 (2001-02-01) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Anspruch 1	1
A	US 4 311 348 A (OLSCHEWSKI ARMIN ET AL) 19. Januar 1982 (1982-01-19) Abbildung 1 Spalte 2, Zeile 27 - Zeile 56	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. August 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/09/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schaeffler, C

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10150595	A	17-04-2003	DE	10150595 A1		17-04-2003
			BR	0206142 A		23-12-2003
			WO	03033925 A1		24-04-2003
<hr/>						
DE 19933875	A	01-02-2001	DE	19933875 A1		01-02-2001
			BR	0003077 A		13-03-2001
			EP	1070865 A2		24-01-2001
			JP	2001074047 A		23-03-2001
<hr/>						
US 4311348	A	19-01-1982	DE	2830400 A1		24-01-1980
			FR	2431069 A1		08-02-1980
			GB	2026103 A ,B		30-01-1980
			IT	1166891 B		06-05-1987
			JP	1470736 C		14-12-1988
			JP	55017789 A		07-02-1980
			JP	63004044 B		27-01-1988
<hr/>						

PUB-NO: WO2004106758A1
DOCUMENT-IDENTIFIER: WO 2004106758 A1
TITLE: LINEAR ROLLING BEARING FOR THE TRANSMISSION OF TORQUES
PUBN-DATE: December 9, 2004

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ZERNICKEL, ALEXANDER	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
INA SCHAEFFLER KG	DE
ZERNICKEL ALEXANDER	DE

APPL-NO: EP2004005588

APPL-DATE: May 25, 2004

PRIORITY-DATA: DE10324480A (May 30, 2003)

INT-CL (IPC): F16C029/06

EUR-CL (EPC): F16C003/035 , F16C029/06 , F16D003/06

ABSTRACT:

CHG DATE=20041221 STATUS=O>Disclosed is a linear rolling bearing for transmitting torques about the longitudinal axis thereof. Said linear rolling bearing comprises an inner profiled element (2) and an outer profiled element (1) which at least partly encloses the inner profiled element (2). The two profiled elements (1, 2) are mounted so as to be displaceable relative to each other in a longitudinal direction via rolling members (3) that continuously revolve within at least one first and at least one second continuous revolving race (5, 6). The revolving race (5, 6) is provided with a load race (7, 10) that extends parallel to the longitudinal axis, a return race (8, 11) which runs parallel to the longitudinal axis, and two deflection races (9, 12) that continuously interconnect the load race (7, 10) and the return race (8, 11). The rolling members (3) located in the load race (7) of the first revolving race (5) transmit torque between the two profiled elements (1, 2) while the rolling members (3) disposed in the load race (10) of the second revolving race (6) transmit torque between the two profiled elements (1, 2) in the opposite direction. The first and the second revolving race (5, 6) can be interconnected so as to jointly transmit torques, the return race (8, 11) of the respectively connected

revolving race (5, 6) being used as a load race and the load race (7, 10) of the respectively connected revolving race (5, 6) being used as a return race.